



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **120911** (13) **U**
(51) МПК

G01R 1/02 (2006.01)

G01N 27/80 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2017 04884	(72) Винахідник(и): Граняк Валерій Федорович (UA), Пономаренко Василь Олександрович (UA), Кухарчук Василь Васильович (UA)
(22) Дата подання заявки: 22.05.2017	(73) Власник(и): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 27.11.2017	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 27.11.2017, Бюл.№ 22	

(54) МАГНІТОПРУЖНИЙ ЗАСІБ ВИМІРЮВАННЯ МЕХАНІЧНОЇ ЖОРСТКОСТІ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ СИЛОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН

(57) Реферат:

Магнітопружний засіб вимірювання механічної жорсткості конструктивних елементів силових електричних машин, який містить джерело живлення, вихід якого з'єднаний з входом обмотки збудження першого магнітопроводу сенсора відносної магнітної проникності, а вхід з'єднаний з виходом обмотки збудження третього магнітопроводу сенсора відносної магнітної проникності, додатковий опір, вхід якого з'єднаний з виходом обмотки збудження другого магнітопроводу сенсора відносної магнітної проникності, сенсор відносної магнітної проникності складається з трьох паралельно скріплених один до одного магнітопроводів, виконаних у формі частини кільця, обмотка збудження середнього магнітопроводу під'єднана незалежно через додатковий опір, що розташовується на об'єкті контролю, причому в нього введено регульований блок змінного опору, зразкову міру відносної магнітної проникності, яка складається з трьох паралельно скріплених один до одного магнітопроводів, виконаних у формі кілець, на яких розташовано по обмотці збудження, крайні обмотки збудження з'єднані між собою послідовно-узгоджено, обмотка збудження середнього магнітопроводу під'єднана незалежно через регульований блок змінного опору та розташована віддалено від сторонніх феромагнітних матеріалів, аналоговий суматор, два нормуючих перетворювача, мультиплексор, сенсор віброприскорення, сенсор кутового положення, формувач, фільтр нижніх частот, блок аналогової пам'яті, аналого-цифровий перетворювач та числовий перетворювач, причому джерело живлення з'єднане з першим входом регульованого блока змінного опору, входом обмотки збудження першого магнітопроводу та виходами обмоток збудження другого та третього магнітопроводу зразкової міри відносної магнітної проникності та через додатковий опір з'єднане з обмоткою збудження другого магнітопроводу сенсора відносної магнітної проникності, вхід та вихід додаткового опору з'єднані з входами першого подільника напруги, вихід аналого-цифрового перетворювача з'єднаний з першим входом числового перетворювача, третій вихід числового перетворювача є виходом магнітопружного засобу вимірювання механічної жорсткості конструктивних елементів силових електричних машин.

UA 120911 U

Корисна модель належить до вимірювальної техніки механічних параметрів і може бути використана для визначення параметрів механічної напруженості у конструктивних елементах обладнання, а також для діагностики і контролю опорних конструкцій електричних машин, зокрема гідроагрегатів ГЕС, у процесі їхньої експлуатації.

5 Відомий датчик магнітної проникності, що містить три двополюсних магнітопроводи, скріплені паралельно один до одного обмотками збудження, з розташованими на них обмотками збудження, підключеними до джерела змінного струму і вимірювальної обмотки, розташованої на середньому магнітопроводі і підключеної до пристрою вимірювання, що вимірює вихідний сигнал і по тарованому графіку дає змогу визначити зміну магнітної
10 проникності матеріалу або параметрів, що впливають на неї, наприклад механічної напруженості. [А. с. СРСР № 223433, Кл. 42к, 45/03. Бюл. № 24. 1968. Прототип.]

Недоліком відомого пристрою є велика методична похибка, обумовлена припущенням, що матеріал контрольованого зразка точно відповідає за хімічним складом еталонному матеріалу, використаному при таруванні, що є фактично виключено при великій кількості існуючих
15 феромагнітних матеріалів. Окрім цього даний пристрій має низьку швидкодюю, яка обумовлена необхідністю ручної індивідуальної обробки кожного з результатів вимірювання за допомогою тарованих графіків.

Відомий також пристрій визначення магнітної проникності в матеріалах конструкцій (патент України № 77655, МПК G01 N27/80, G01 R1/02, опубл. 15.01.2007, бюл. №1), вибраний як
20 прототип, що містить сенсор (три паралельно скріплені один відносно одного магнітопроводи, виконані у формі частини кільця, на яких розташовано по обмотці збудження, крайні обмотки ввімкнені послідовно-узгоджено, обмотка збудження середнього магнітопроводу живиться незалежно через додатковий опір), крайні обмотки збудження якого закріплені в перше джерело живлення, обмотка збудження середнього магнітопроводу сенсора через змінний опір ввімкнена
25 у друге джерело живлення, аналогічне першому, вольтметр, підключений паралельно до змінного опору та три додаткових магнітопроводи, конструктивно аналогічні з магнітопроводам сенсора, які спільно утворюють кільцевий магнітопровід.

Недоліком відомого пристрою є недостатня швидкодюя, яка обумовлюється необхідністю
ручного переналаштування пристрою для визначення спаду при замкнутому за допомогою та
30 трьох додаткових магнітопроводів осерді магнітопроводу сенсора, що унеможлиблює використання останнього для вимірювання механічної напруженості у матеріалах конструктивних елементів в режимі реального часу роботи обладнання, а також обмежена функціональність, що не передбачає можливості безпосереднього вимірювання механічної жорсткості об'єкта контролю.

35 В основу корисної моделі поставлено задачу створення магнітопружного засобу вимірювання механічної жорсткості конструктивних елементів, в якому за рахунок введення нових елементів та зв'язків забезпечується можливість вимірювання механічної жорсткості у матеріалах конструктивних елементів в режимі реального часу роботи обладнання.

Поставлена задача вирішується тим, що в магнітопружний засіб вимірювання механічної
40 жорсткості конструктивних елементів силових електричних машин, який містить джерело живлення, додатковий опір, вхід якого з'єднаний з виходом обмотки збудження другого магнітопроводу сенсора відносної магнітної проникності, сенсор відносної магнітної проникності складається з трьох паралельно скріплених один до одного магнітопроводів, виконаних у формі частини кільця, на яких розташовано по обмотці збудження, крайні обмотки збудження з'єднані
45 між собою послідовно-узгоджено, обмотка збудження середнього магнітопроводу під'єднана незалежно через додатковий опір, що розташовується на об'єкті контролю, регульований блок змінного опору, зразкову міру відносної магнітної проникності, яка складається з трьох паралельно скріплених один до одного магнітопроводів, виконаних у формі кілець, на яких розташовано по обмотці збудження, крайні обмотки збудження з'єднані між собою послідовно-
50 узгоджено, обмотка збудження середнього магнітопроводу під'єднана незалежно через регульований блок змінного опору та розташована віддалено від сторонніх феромагнітних матеріалів, що дозволяє підтримувати її зразкову ефективну магнітну проникність, два подільника напруги, аналоговий суматор, два нормуючих перетворювача, мультиплексор, сенсор віброприскорення, сенсор кутового положення, формувач, фільтр нижніх частот, блок аналогової пам'яті, аналого-цифровий перетворювач та числовий перетворювач, причому вихід
55 джерела живлення з'єднаний з входом обмотки збудження першого магнітопроводу сенсора відносної магнітної проникності, а вхід з'єднаний з виходом обмотки збудження третього магнітопроводу сенсора відносної магнітної проникності, джерело живлення також з'єднане з першим входом регульованого блока змінного опору, входом обмотки збудження першого
60 магнітопроводу та виходами обмоток збудження другого та третього магнітопроводу зразкової

міри відносної магнітної проникності та через додатковий опір з'єднане з обмоткою збудження другого магнітопроводу сенсора відносної магнітної проникності, вхід додаткового опору з'єднаний з виходом обмотки збудження другого магнітопроводу сенсора відносної магнітної проникності, вхід та вихід додаткового опору також з'єднані з входами першого подільника напруги, вихід регульованого блока змінного опору з'єднаний з входом обмотки збудження другого магнітопроводу зразкової міри відносної магнітної проникності, перший вхід та вихід регульованого блока змінного опору з'єднані з входами другого подільника напруги, перші виходи першого та другого подільника напруги з'єднані, відповідно, з першим та другим входами аналогового суматора, вихід аналогового суматора з'єднаний з входом першого нормуючого перетворювача, вихід першого нормуючого перетворювача з'єднаний з другим входом блока змінного опору, вихід другого подільника напруги з'єднаний з першим інформаційним входом мультиплектора, вихід сенсора віброприскорення з'єднаний з входом другого нормуючого перетворювача, вихід якого з'єднаний з входом фільтра нижніх частот, вихід фільтра нижніх частот з'єднаний з першим входом блока аналогової пам'яті, вихід сенсора кутового положення з'єднаний з входом формувача, вихід якого з'єднаний з другим входом блока аналогової пам'яті та другим входом числового перетворювача, вихід блока аналогової пам'яті з'єднаний з другим інформаційним входом мультиплектора, адресний вхід якого з'єднаний з другим виходом числового перетворювача, вихід мультиплектора з'єднаний з першим входом аналого-цифрового перетворювача, другий вхід якого з'єднаний з першим виходом числового перетворювача, вихід аналого-цифрового перетворювача з'єднаний з першим входом числового перетворювача, третій вихід числового перетворювача є виходом магнітопружного засобу вимірювання механічної жорсткості конструктивних елементів силових електричних машин.

На кресленні представлено структурну схему пристрою.

Пристрій містить: 1 - джерело живлення, 2 - сенсор віброприскорення, 3 - сенсор кутового положення, 4 - додатковий опір, 5 - регульований блок змінного опору, 6 - другий нормуючий перетворювач, 7 - формувач, 8 - фільтр нижніх частот, 9 - сенсор відносної магнітної проникності, 10 - зразкову міру відносної магнітної проникності, 11 - об'єкт контролю, 12 - блок аналогової пам'яті, 13-14 відповідно, перший та другий подільники напруги, 15 аналоговий суматор, 16 - перший нормуючий перетворювач, 17 мультиплектор, 18 аналого-цифровий перетворювач, 19 - числовий перетворювач, причому вихід джерела живлення 1 з'єднаний з входом обмотки збудження першого магнітопроводу сенсора відносної магнітної проникності 9, а його вхід з'єднаний з виходом обмотки збудження третього магнітопроводу сенсора відносної магнітної проникності 9, джерело живлення 1 також з'єднане з першим входом регульованого блока змінного опору 5, входом обмотки збудження першого магнітопроводу та виходами обмоток збудження другого та третього магнітопроводу зразкової міри відносної магнітної проникності 10 та через додатковий опір 4 з'єднане з обмоткою збудження другого магнітопроводу сенсора відносної магнітної проникності 9, вхід додаткового опору 4 з'єднаний з виходом обмотки збудження другого магнітопроводу сенсора відносної магнітної проникності 9, вхід та вихід додаткового опору 4 також з'єднані з входами першого подільника напруги 13, вихід регульованого блока змінного опору 5 з'єднаний з входом обмотки збудження другого магнітопроводу зразкової міри відносної магнітної проникності 10, перший вхід та вихід регульованого блока змінного опору 5 з'єднані з входами другого подільника напруги 14, перші виходи першого 13 та другого 14 подільника напруги з'єднані, відповідно, з першим та другим входами аналогового суматора 15, вихід аналогового суматора 15 з'єднаний з входом першого нормуючого перетворювача 16, вихід першого нормуючого перетворювача 16 з'єднаний з другим входом блока змінного опору 5, вихід другого подільника напруги 14 з'єднаний з першим інформаційним входом мультиплектора 17, вихід сенсора віброприскорення 2 з'єднаний з входом другого нормуючого перетворювача 6, вихід якого з'єднаний з входом фільтра нижніх частот 8, вихід фільтра нижніх частот 8 з'єднаний з першим входом блока аналогової пам'яті 12, вихід сенсора кутового положення 3 з'єднаний з входом формувача 7, вихід якого з'єднаний з другим входом блока аналогової пам'яті 12 та другим входом числового перетворювача 19, вихід блока аналогової пам'яті 12 з'єднаний з другим інформаційним входом мультиплектора 17, адресний вхід якого з'єднаний з другим виходом числового перетворювача 19, вихід мультиплектора 17 з'єднаний з першим входом аналого-цифрового перетворювача 18, другий вхід якого з'єднаний з першим виходом числового перетворювача 19, вихід аналого-цифрового перетворювача 18 з'єднаний з першим входом числового перетворювача 19, третій вихід числового перетворювача 19 є виходом магнітопружного засобу вимірювання механічної жорсткості конструктивних елементів силових електричних машин. Пристрій працює наступним чином.

На обмотки збудження сенсора відносної магнітної проникності 9 подається напруга живлення від джерела живлення 1 двома паралельними каналами (окремо на послідовно-узгоджено з'єднані першу та третю обмотки збудження та послідовне з'єднання другої обмотки збудження з додатковим опором 4). При цьому сенсор відносної магнітної проникності 9 знаходиться у безпосередній близькості з об'єктом контролю 11. Спад напруги на додатковому опорі 4 підсилюється на першому подільнику напруги 13 на відповідний коефіцієнт підсилення та передається на перший вхід аналогового компаратора 9.

Паралельно описаному процесу, аналогічно з сенсором 4, відбувається подача живлення на обмотки збудження зразкової міри 5 (окремо напруга живлення від джерела живлення 1 подається на послідовно-узгоджено з'єднані першу та третю обмотки збудження та послідовне з'єднання другої обмотки збудження з регульованим блоком змінного опору 3). Спад напруги на регульованому блоці змінного опору 3 підсилюється на другому подільнику напруги 8 на відповідний коефіцієнт підсилення та передається на другий вхід аналогового суматора 15.

Залежно від співвідношень значення напруги на першому та другому входах аналогового суматора 15 на його виході формуються відповідні значення вихідної напруги, що є різницею між значенням напруги на його першому та другому входах. Значення напруги з виходу аналогового суматора 15 подаються на керуючий (другий) вхід регульованого блока змінного опору 5, де залежно від полярності та рівня напруги, що надходить на другий вхід регульованого блока змінного опору 5 відбувається пропорційна зміна значення внутрішнього опору з подальшим його "запам'ятовуванням". Значення напруги, пропорційне спаду напруги на регульованому блоці змінного опору 5, з виходом другого подільника напруги 14 подається на перший інформаційний вхід мультиплектора 17.

На виході сенсора віброприскорення 2 формується сигнал, пропорційний поточному значенню віброприскорення об'єкта контролю. З виходу сенсора віброприскорення 2 вказаний сигнал надходить на вхід другого нормуючого перетворювача 6, де підсилюється на відповідний коефіцієнт підсилення. З виходу другого нормуючого перетворювача підсилений сигнал надходить на вхід фільтра нижніх частот 8, у якому відбувається відфільтровування вищих гармонічних складових, що обумовлені наявністю зовнішніх неінформативних завад. З виходу фільтра нижніх частот 8 відфільтрований сигнал надходить на перший вхід блока аналогової пам'яті 12.

При проходженні ротора електричної машини визначеного кутового положення на виході сенсора кутового положення 3 з'являється короткий одиничний імпульс, що надходить на вхід формувача 7, у якому перетворюється на сигнал логічної одиниці. Отримане значення логічної одиниці з виходу формувача 7 надходить на другий вхід блока аналогової пам'яті 12 та другий вхід числового перетворювача 19 та використовується як синхронізуючий сигнал. При його надходженні на другий вхід блока аналогової пам'яті 12 відбувається запам'ятовування поточного рівня сигналу, що пропорційний миттєвому значенню віброприскорення об'єкта контролю з одночасною передачею цього сигналу на другий інформаційний вхід мультиплектора 17, а при його надходженні на другий вхід числового перетворювача 19 останнім відбувається запуск нового циклу вимірювального перетворення.

Цикл вимірювання реалізується наступним чином. За замовчуванням на адресний вхід мультиплектора 17 з другого виходу числового перетворювача 17 надходить сигнал логічного нуля. При цьому на вихід мультиплектора 17, що під'єднаний до першого входу аналого-цифрового перетворювача 18, подається сигнал з його першого інформаційного входу, що є пропорційним спаду напруги на регульованому блоці змінного опору 5. При запуску нового вимірювального циклу на другий вхід аналого-цифрового перетворювача 18 з першого виходу числового перетворювача подається короткий одиничний імпульс, що слугує сигналом запуску аналого-цифрового перетворення, по завершенню якого отриманий числовий код, з виходу аналого-цифрового перетворювача 18 надходить на перший вхід числового перетворювача 19, де відбувається його зчитування. По завершенню зчитування числового коду, що відповідає спаду напруги на регульованому блоці змінного опору 5, на другий вихід числового перетворювача 19 подається сигнал логічної одиниці, в результаті чого на виході мультиплектора 17 встановлюється сигнал з його другого інформаційного входу, що є пропорційним "запам'ятованому" миттєвому значенню віброприскорення. Аналого-числове перетворення та сигнал з другого інформаційного входу та зчитування пропорційного йому числового входу відбувається аналогічно. При завершенні зчитування даного двійкового коду на другому виході числового перетворювача встановлюється сигнал логічного нуля.

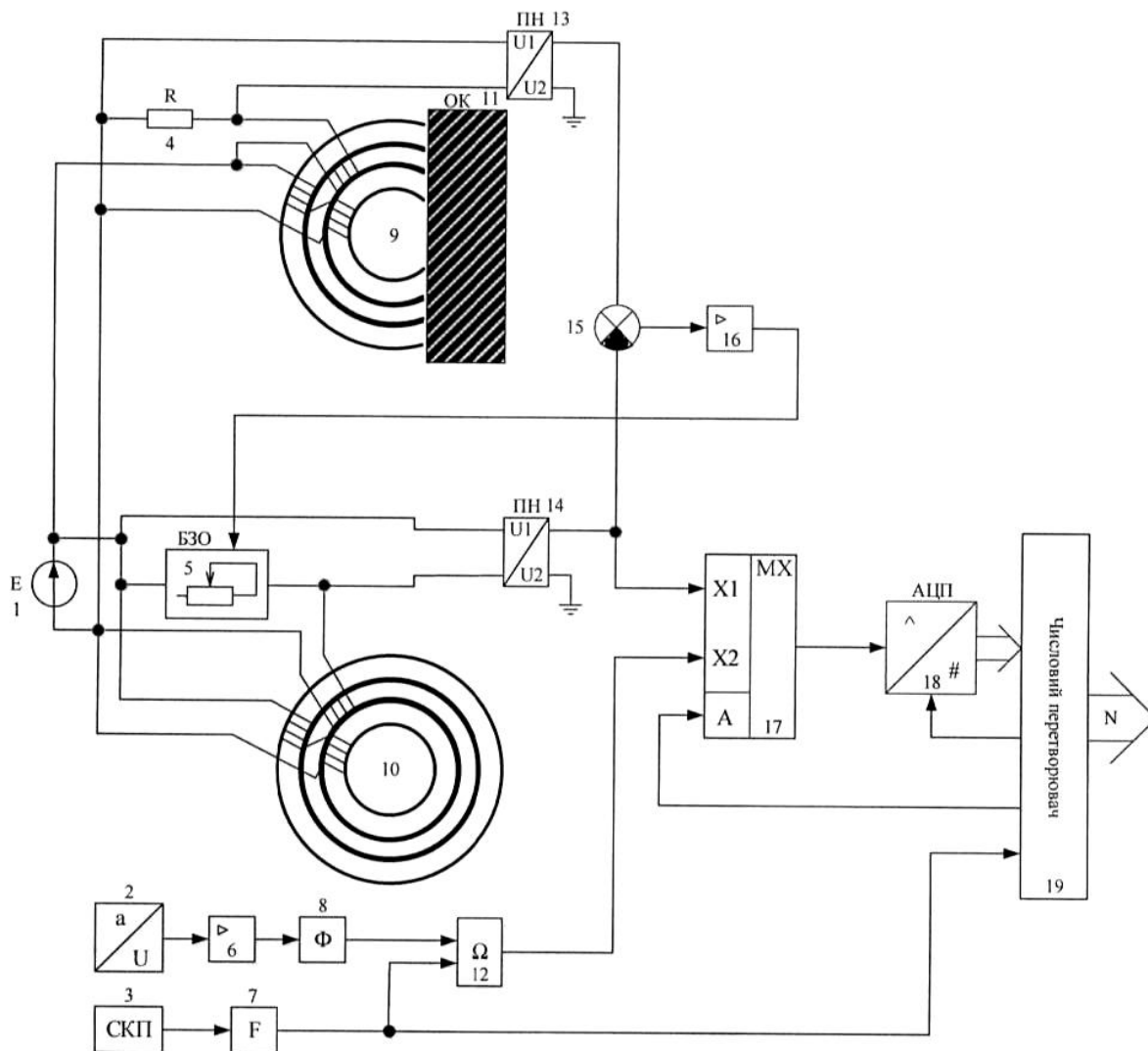
У числовому перетворювачі 19, на основі зчитаних числових кодів, відбувається розрахунок поточного значення механічної жорсткості об'єкта контролю. Отримане значення механічної жорсткості об'єкта контролю виводиться через третій вихід числового перетворювача 19, що

являється виходом магнітопружного засобу вимірювання механічної жорсткості конструктивних елементів силових електричних машин.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

5

Магнітопружний засіб вимірювання механічної жорсткості конструктивних елементів силових електричних машин, який містить джерело живлення, вихід якого з'єднаний з виходом обмотки збудження першого магнітопроводу сенсора відносної магнітної проникності, а вхід з'єднаний з виходом обмотки збудження третього магнітопроводу сенсора відносної магнітної проникності, додатковий опір, вхід якого з'єднаний з виходом обмотки збудження другого магнітопроводу сенсора відносної магнітної проникності, сенсор відносної магнітної проникності складається з трьох паралельно скріплених один відносно одного магнітопроводів, виконаних у формі частини кільця, на яких розташовано по обмотці збудження, крайні обмотки збудження з'єднані між собою послідовно-узгоджено, обмотка збудження середнього магнітопроводу під'єднана незалежно через додатковий опір, що розташовується на об'єкті контролю, який **відрізняється** тим, що в нього введено регульований блок змінного опору, зразкову міру відносної магнітної проникності, яка складається з трьох паралельно скріплених один відносно одного магнітопроводів, виконаних у формі кілець, на яких розташовано по обмотці збудження, крайні обмотки збудження з'єднані між собою послідовно-узгоджено, обмотка збудження середнього магнітопроводу під'єднана незалежно через регульований блок змінного опору та розташована віддалено від сторонніх феромагнітних матеріалів, що дозволяє підтримувати її зразкову ефективну магнітну проникність, два подільника напруги, аналоговий суматор, два нормуючих перетворювача, мультиплексор, сенсор віброприскорення, сенсор кутового положення, формувач, фільтр нижніх частот, блок аналогової пам'яті, аналого-цифровий перетворювач та числовий перетворювач, причому джерело живлення з'єднане з першим входом регульованого блока змінного опору, входом обмотки збудження першого магнітопроводу та виходами обмоток збудження другого та третього магнітопроводу зразкової міри відносної магнітної проникності та через додатковий опір з'єднане з обмоткою збудження другого магнітопроводу сенсора відносної магнітної проникності, вхід та вихід додаткового опору з'єднані з входами першого подільника напруги, вихід регульованого блока змінного опору з'єднаний з входом обмотки збудження другого магнітопроводу зразкової міри відносної магнітної проникності, перший вхід та вихід регульованого блока змінного опору з'єднані з входами другого подільника напруги, перші виходи першого та другого подільника напруги з'єднані відповідно з першим та другим входами аналогового суматора, вихід аналогового суматора з'єднаний з входом першого нормуючого перетворювача, вихід першого нормуючого перетворювача з'єднаний з другим входом блока змінного опору, вихід другого подільника напруги з'єднаний з першим інформаційним входом мультиплексора, вихід сенсора віброприскорення з'єднаний з входом другого нормуючого перетворювача, вихід якого з'єднаний з входом фільтра нижніх частот, вихід фільтра нижніх частот з'єднаний з першим входом блока аналогової пам'яті, вихід сенсора кутового положення з'єднаний з входом формувача, вихід якого з'єднаний з другим входом блока аналогової пам'яті та другим входом числового перетворювача, вихід блока аналогової пам'яті з'єднаний з другим інформаційним входом мультиплексора, адресний вхід якого з'єднаний з другим виходом числового перетворювача, вихід мультиплексора з'єднаний з першим входом аналого-цифрового перетворювача, другий вхід якого з'єднаний з першим виходом числового перетворювача, вихід аналого-цифрового перетворювача з'єднаний з першим входом числового перетворювача, третій вихід числового перетворювача є виходом магнітопружного засобу вимірювання механічної жорсткості конструктивних елементів силових електричних машин.



Комп'ютерна верстка О. Рябо

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601